

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Abderrahmane MIR-Bejaia

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Biologiques de l'Environnement
Filière: Sciences Biologiques
Option: Toxicologie Industrielle et Environnementale



Réf.....

Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

**Evaluation de l'impact de la pollution
des eaux usées sur l'écosystème côtier**

Présenté par:
HAMADACHE Sabrina & ZERARI Samir
Soutenu le : **20 Juin 2018**

Devant le jury composé de :

	Grade	
Mr SAADALI	MAA	Président
Mme MANKOU. N	MAA	Encadreur
Mr LAISSAOUI. M	MAA	Examineur

Année universitaire: 2017/2018

Remerciements

Au terme de ce travail nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage et la patience pour l'achever.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à notre promotrice, Mme MANKOU. N pour son encadrement de qualité, son orientation, sa disponibilité à toute épreuve, et pour la confiance qu'elle nous a accordée. Nous lui sommes très reconnaissants d'avoir mis toute sa compétence à notre disposition, pour ses conseils judicieux, sa patience et son suivi régulier à l'élaboration de ce travail.

Nos sincères considérations et remerciements sont aussi exprimés aux membres du jury :

- *Mr SAADALI qui nous fait l'honneur par sa présence en qualité de président de jury*
- *Mr LAISSAOUI. M qui nous fait l'honneur par sa présence et qui a accepté d'examiner ce travail.*

Nos profondes reconnaissances aux responsables de l'ONA et de la STEP de Sidi Ali Lebhar, en particulier Mme ADOUANE. N.

Nous remercions également, sans exception, tous ceux qui ont participé de près ou de loin et qu'on ne serait jamais les exprimer toute notre gratitude pour leurs aides, disponibilités et leurs soutiens qu'ils ont apportés pour la réalisation de notre travail.

Dédicaces

A mes chers parents

Mon symbole de la bonté, ma source de tendresse qui n'a jamais cessé de m'encourager et de prier pour nous.

Je vous remercie pour tout l'amour que j'ai ressenti, pour tous les sacrifices que vous avez consentie pour mes études et mon bien être. Merci d'être des parents juste parfait.

Je vous dédie ce travail en témoignage de mon profond amour, Puisse dieu le tout puissant vous préserver et vous accorder santé, longue vie et bonheur.

A mes frères Mouhoub et Omar, ainsi leurs femmes Zohra et Nawel.

A ma sœur Yasmina et son mari Rabah.

A mes grands parents

A mes cousines Nadia, Lynda, Dihia, Tinhinan, Kenza et Amel.

A mes cousins Mourad, Rachid, Cherif, Massinissa et Rayane.

A Naima qui m'a toujours encouragé.

A mes neveux Abd El Raouf, Adem, Abd El Djalil, Abd Allah, Abd El Rahman et ma nièce Asma.

A mes oncles et mes tantes.

A mon fiancé Salim et à toute ma belle famille.

A toute ma famille et mes proches de près ou de loin.

A mes très chères amies Katia S, Katia D, Lila, Kamy et Lamia.

A mon binôme Samir ainsi que toute sa famille.

A tous mes amis et camarades de promotion Toxicologie Industrielle et Environnementale et L3 Ecologie et Environnement.

SABRINA

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

Mes très chers parents qui peuvent être fière aujourd'hui et se réjouir du résultat des longues années de sacrifice, vous étiez toujours présents à mes côtés, alors je vous serais éternellement reconnaissant.

Mes chers frères

Mes adorables sœurs

Ma future femme Siham.

Ma collègue en tant que sœur Sabrina.

Ceux avec qui j'ai partagé les meilleurs moments de ma vie .

La promo Toxicologie Industrielle et Environnementale.

La promo L3 Ecologie et Environnement.

Tous ceux que j'ai connus à la résidence Iheddaden.

Tous ceux qui ont contribué à ma réussite.

Tous ceux qui me connaissent de près ou de loin.

SAMIR

Liste des abréviations

Liste des abréviations

Les abréviations	Signification
°C	Degré Celsius
CO ₂	dioxyde de carbone
C ₄ H ₈ N ₂ S	Allyl thio-urée
DBO	Demande Biochimique en Oxygène
DBO ₅	Demande Biochimique en Oxygène à 5 jours
DCO	Demande Chimique en Oxygène
E	Entrée
H	heure
K ₂ Cr ₂ O ₇	bichromate de potassium
mg/l	Milligramme par litre
mm	Millimètre
m	Mètre
ml	Millilitre
MES	Matières En Suspension
NaOH	Hydroxyde de Sodium
NO ₂ ⁻	Nitrite
NO ₃ ⁻	Nitrate
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
O ₂ dissous	Oxygène dissous
pH	Potentiel d'Hydrogène
PO ₄ ³⁻	Phosphate
PT	Phosphore Total
S	Sortie
STEP	Station d'épuration
T°	Température
µS/cm	Micro siemens par centimètre

Liste des figures

Liste des figures

N°	Titre	Page
Figure 1	Schéma représentant les étapes d'épuration des eaux usées (Google, 2018).	16
Figure 2	Localisation de la STEP de Sidi Ali Lebhar (Google Earth, 2018)	18
Figure 3	Multiparamètre de laboratoire	20
Figure 4	Oxymètre de laboratoire	21
Figure 5	Balance de précision du laboratoire	23
Figure 6	Etuve de laboratoire	23
Figure 7	Armoire thermostatique de laboratoire	26
Figure 8	Incubateur de laboratoire	26
Figure 9	Bioréacteur de laboratoire	27
Figure 10	Spectrophotomètre de laboratoire	29
Figure 11	Variation des valeurs moyennes de la Température à l'entrée et a la sortie de la STEP	35
Figure 12	Variation des valeurs moyennes pH à l'entrée et a la sortie de la STEP	36
Figure 13	Variation des valeurs moyennes de l'oxygène dissous à l'entrée et a la sortie de la STEP	37
Figure 14	Variation des valeurs moyennes de la conductivité à l'entrée et a la sortie de la STEP	38
Figure 15	Variation des valeurs moyennes des MES à l'entrée et a la sortie de la STEP	39
Figure 16	Variation des valeurs moyennes de la DCO à l'entrée et a la sortie de la STEP	41
Figure 17	Variation des valeurs moyennes de la DBO ₅ à l'entrée et a la sortie de la STEP	42
Figure 18	Variation des valeurs moyennes de phosphore total à l'entrée et a la sortie de la STEP	43
Figure 19	Variation des valeurs moyennes des nitrites à l'entrée et a	44

	la sortie de la STEP	
Figure 20	Variation des valeurs moyennes des nitrates à l'entrée et a la sortie de la STEP	45

Liste des tableaux

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
Tableau I	Principaux types de pollution des eaux continentales, nature des produits polluants et leurs origines (Lévêque, 1996).	6
Tableau II	Impact des différentes pollutions sur le milieu aquatique (Behra, 2013).	9
Tableau III	Les normes OMS de rejet des eaux usées dans un milieu récepteur (OMS, 2018).	10
Tableau IV	Les valeurs limitent des paramètres de rejet dans un milieu récepteur (Journal Officiel de la République Algérienne, 2006).	10
Tableau V	Intervalles de mesure de la DBO ₅	24
Tableau VI	Résultats des paramètres physico-chimiques et des indicateurs de pollution des eaux usées brutes et épurées analysées	34

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction générale.....2

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I.1. Généralité sur la pollution des eaux usées	5
I.1.1. Définition de la pollution	5
I.2. La pollution des eaux	5
I.2.1. Définition de la pollution des eaux	5
I.2.2. Types de pollution des eaux	5
I.3. Les eaux usées.....	7
I.3.1. Définition des eaux usées.....	7
I.3.2. Origine les eaux usées.....	7
I.3.3. Impacts des eaux usées	8
I.3.4. Les normes de rejet des eaux usées.....	9
I.4. Les paramètres globaux de la pollution des eaux usées.....	11
I.4.1. Les paramètres physico-chimiques	11
I.4.2. Les indicateurs de pollution	12
I.4.3. Les paramètres biologiques.....	13
I.5. Les procédés d'épuration des eaux usées	13
I.5.1. Le prétraitement	13
I.5.2. Le traitement primaire.....	14
I.5.3. Le traitement secondaire (Biologique).....	15
I.5.4. Le traitement tertiaire.....	16

Chapitre II : Matériel et méthodes

II.1. Présentation de la zone d'étude	18
II.2. Matériel et méthodes	19
II.2.1. Les paramètres physico-chimiques.....	19
II.2.2. Les indicateurs de pollution.....	21

Chapitre III : Résultats et discussions

III.1. Les paramètres physico-chimiques	35
III.1.1. La température.....	35

III.1.2. Le potentiel d'hydrogène (pH)	36
III.1.3. L'oxygène dissous	37
III.1.4. La conductivité électrique	38
III.2. Les indicateurs de pollution	39
III.2.1. Les matières en suspension (MES)	39
III.2.2. La demande chimique en oxygène (DCO)	41
III.2.3. La demande biochimique en oxygène (DBO)	42
III.2.4. Le phosphore total	43
III.2.5. Les nitrites (NO_2^-)	44
III.2.6. Les nitrates (NO_3^-)	45

Conclusion générale	49
----------------------------------	----

Liste bibliographique

Résumé

Introduction générale

L'eau est une substance indispensable à la vie, apparaît de plus comme le constituant majeur de la matière vivante, sa proportion en masse étant en règle générale égale ou supérieure à 70% du poids corporel chez les organismes en vie active (**Ramade, 2000**). On l'utilise pour tout usage quotidien, la disponibilité d'une eau de bonne qualité est un élément indispensable pour tous les êtres vivants.

L'Algérie se caractérise par une demande en eau croissante, alors que les ressources hydriques se raréfient d'une manière permanente (**Bengherbia et al, 2012**). À cet effet, les eaux usées sont rejetées le plus souvent sans traitements, et de façon directe en milieu récepteur.

Le milieu aquatique est souvent le cimetière des eaux usées, ces dernières contribuent à sa dégradation, et nuisent à ses organismes. La mer Méditerranée, a toujours eu à long terme, des problèmes environnementaux se traduisant par une dégradation côtière et maritime. En effet, la côte occidentale Algérienne est relativement polluée. Cette pollution est la combinaison de plusieurs facteurs, mais les rejets des eaux usées non traitées représentent le facteur le plus important. Plus de 90 million de mètres cubes des eaux usées se déversent annuellement sur les côtes de littoral (**Taghezout, 2015**).

Les eaux usées devraient être dirigées vers des stations d'épuration, pour produire une eau usée épurée qui peut être resservie en secteur agricole et autres secteurs ou simplement rejetée dans la nature sans effet nocif sur l'environnement et la santé humaine.

Dans le cadre de notre travail, nous avons effectué une étude sur l'évaluation de l'impact de la pollution des eaux usées sur l'écosystème côtier. La démarche adoptée est le suivi de la qualité des eaux usées au niveau de deux points échantillonnés (entrée et sortie de la station d'épuration). Des paramètres physicochimiques (Température, potentiel d'hydrogène, Conductivité et l'Oxygène dissous) ainsi que des indicateurs de pollution à savoir (matières en suspension, demande biochimique en oxygène, demande chimique en oxygène, Phosphore total, Nitrite et Nitrate) ont été mesurés à pas de temps mensuel afin de déterminer leur disparité à l'entrée et à la sortie de la station d'épuration, ainsi faire une comparaison entre ces dernières et évaluer l'impact des eaux usées non traitées le long du littoral de Bejaia.

Notre travail est structuré en trois chapitres :

- Premier chapitre de synthèse bibliographique.
- Deuxième chapitre est consacré aux matériel utilisé ainsi que les différentes méthodes d'analyses.
- Troisième chapitre regroupe l'ensemble des résultats qui seront suivis d'une discussion et d'une interprétation des résultats obtenus.

Et on fini ce travail avec une conclusion et des perspectives.

Chapitre I

Synthèse bibliographique

I.1. Généralité sur la pollution des eaux

I.1.1. La pollution

La définition la plus précise du terme de pollution a été donnée par le premier rapport du Conseil sur la Qualité de l'environnement de la Maison Blanche (1965) :

« La pollution » dit ce rapport « est une modification défavorable du milieu naturel qui apparaît en totalité ou en partie comme un sous-produit de l'action humaine, au travers des effets directs altérant les critères de répartition des flux de l'énergie, des niveau de radiation, de la constitution physico-chimique du milieu naturel et de l'abondance des espèces vivantes. Ces modification peuvent affecter l'homme directement ou au travers des ressources agricoles, en eau et en produits biologiques. Elles peuvent aussi l'affecter en altérant les objets physiques qu'il possède ou les possibilités récréatives du milieu (**Ramade, 2002**).

I.2. La pollution des eaux

I.2.1. Définition de la pollution des eaux

La pollution des eaux résulte de l'introduction directe ou indirecte de polluants dans le cycle hydrologique. L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) en a donné la définition suivante : « Un cours d'eau est considéré comme pollué lorsque la composition et l'état de ses eaux sont, directement ou indirectement, modifiés du fait de l'activité de l'homme dans une mesure telle que celles-ci se prêtent moins facilement à toutes les utilisations auxquelles elles pourraient servir à leur état naturel, ou a certaines d'entre elles » (**Amavis et al, 1981**).

I.2.2. Types de pollutions des eaux

➤ Pollution physique

L'utilisation de l'eau comme liquide de refroidissement dans des centrales thermiques réchauffe les rivières dans lesquelles le rejet s'effectue. Cette élévation de température diminue la teneur en oxygène de l'eau et donc la capacité de vie des différentes espèces. La pollution thermique agit sur la température de l'eau, la pollution mécanique altère sa transparence par les matières en suspension. D'autres pollution physiques agissent sur l'acidité, la salinité, la radioactivité, etc. Ces pollution physiques perturbent les écosystèmes et diminuent la biodiversité (**Bordet, 2007**).

➤ **Pollution chimique**

La pollution minérale des eaux résulte de la libération dans ces dernières de divers métaux toxiques et des substances inorganiques telles les nitrates, les phosphates et autres sels minéraux nutritifs utilisés en agricultures comme fertilisants, enfin de divers résidus rejetés par la métallurgie et d'autres activités (**Ramade, 2005**).

➤ **Pollution biologique**

Les eaux usées transportent de nombreux micro-organismes dont certains sont pathogènes : bactéries, virus, protozoaires, helminthes. Les bactéries pathogènes les plus fréquemment rencontrées sont les salmonelles dont la concentration en nombre est de l'ordre de 10^3 pour 100 ml d'effluent (**Behra, 2013**).

Tableau I: Principaux types de pollution des eaux continentales, nature de produits polluants et leurs origines (**Lévêque, 1996**).

TYPES DE POLLUTION	NATURE	SOURCES
Physique		
Pollution thermique	rejets d'eau chaude	centrales thermiques
Pollution radioactive	radio-isotopes	installations nucléaires
Chimique		
Fertilisants	nitrates, phosphates	agriculture, lessives
Métaux et métalloïdes	mercure, cadmium, plomb, aluminium, arsenic...	industries, agriculture, pluies acides, combustion
Pesticides	insecticides, herbicides, fongicides	agriculture, industries
Organochlorés	PCB, solvants	Industries
Détersifs	agents tensio-actifs	effluents domestiques
Hydrocarbures	pétrole et dérivés	industrie pétrolière, transports
Microbiologique		
	bactéries, virus, champignons	effluents urbains et d'élevage

I.3. Les eaux usées

I.3.1. Définition des eaux usées

Les eaux usées sont des eaux ayant été utilisées pour des usages domestiques, industriels ou même agricole, constituant donc un effluent pollué et qui sont rejetées dans un émissaire d'égout (**Ramade, 2000**).

I.3.2. Origine des eaux usées

Les eaux usées proviennent de plusieurs origines, on distingue :

➤ **Les eaux usées domestiques**

Provenant des habitations, elles sont en général véhiculée par le réseau d'assainissement jusqu'à la station d'épuration.

La pollution domestique se caractérise par (**Gaujous, 1995**):

- Des germes fécaux ;
- De fortes teneurs en matières organiques ;
- Des sels minéraux (azote, phosphore) ;
- Des détergents.

En sortant de la station d'épuration, on retrouve les mêmes éléments en quantités moindres (50 à 90 % extrait) mais concentrés en un point de rejet.

➤ **Les eaux de ruissellements**

D'origine pluviale sont aussi considérées comme étant des eaux usées, si ce n'est qu'elles font, dans certains cas, l'objet d'un traitement séparé dans le cadre de leur évacuation (**Gobert et Husson, 2012**).

➤ **Les eaux usées agricoles**

Provenant des fermes ou des cultures, elles se caractérisent par (**Gaujous, 1995**) :

- De fortes teneurs en sels minéraux (azote, phosphore, potassium) provenant :
 - ✓ Des engrais ;
 - ✓ Des purins et lisiers (élevage).
- La présence des produits chimiques de traitement (pesticides, herbicides...).

➤ **Les eaux usées industrielles**

Provenant des usines, elles sont caractérisées par une grande diversité, suivant l'utilisation de l'eau; tous les produits ou sous produits de l'activité humaine se retrouvent ainsi dans l'eau, qui est un bon solvant (**Gaujous, 1995**) :

- Matières organiques et graisses (industrie agro-alimentaire, équarrissages...);
- Hydrocarbures (raffinerie);
- Métaux (traitement de surface, métallurgie);
- Acides, bases, produits chimiques divers (industries chimiques, tanneries...);
- Eau chaude (circuits de refroidissement des centrales thermiques);
- Matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs).

I.3.3. Impacts des eaux usées

➤ **Impacts sanitaires**

Elles peuvent être liées à l'ingestion d'une eau, des poissons (...), mais aussi au simple contact avec le milieu aquatique (cas de nombreux parasites) (**Gaujous, 1995**).

➤ **Impacts écologiques**

C'est-à-dire qui ont trait à la dégradation de milieu biologique. Les conséquences écologiques se mesurent en comparant l'état du milieu pollué par rapport à ce qu'il aurait été sans pollution.

D'une manière générale, ces conséquences sont à considérer au travers de la réduction des potentialités d'exploitation du milieu (pêche, aquaculture, tourisme...) à court et long terme (**Gaujous, 1995**).

➤ **Impacts industrielles**

Le développement industriel peut être stoppé par la pollution, c'est une des raisons pour laquelle la préoccupation pollution est apparue d'abord dans les milieux industrialisés (**Gaujous, 1995**).

**Tableau II : Impact de différentes pollutions sur le milieu aquatique
(Behra, 2013).**

Nature de la pollution	Paramètre	Effet sur le milieu récepteur
Matière organique	DBO ₅ -DCO	Substrat disponible pour les micro-organismes qui consomment de l'oxygène du milieu aquatique.
Matière en suspension	MES	<ul style="list-style-type: none"> • Obstacle à la pénétration de la lumière limitant des phénomènes d'oxygénation par photosynthèse. • Colmatage des branchies des poissons. • Substrat disponible et assimilable après hydrolyse enzymatique- même effet que la DBO₅/DCO
Azote	N-NH ₄ ⁺ NH ₃ N-NO ₂ ⁻ N-NO ₃ ⁻	<ul style="list-style-type: none"> • Consomme l'oxygène du milieu aquatique (nitrification) • Toxique pour la vie piscicole. • Toxique pour la vie piscicole. • Intervient dans la dystrophisation des milieux aquatiques
Phosphore	P-PO ₄ ³⁻	Agent principal de la dystrophisation des milieux aquatiques.
Bactériologiques		Peut gêner ou interdire la consommation, le baignage, la conchyliculture.
Chimique ou toxique		A partir d'un certain seuil, rend l'eau impropre à tout usage autre que le refroidissement ou la navigation.

I.3.4. Les normes de rejet des eaux usées

Les eaux usées se caractérisent par des paramètres physico-chimiques et des indicateurs de pollution, qui permettent de déterminer leur éventuelle origine et de connaître l'importance de leur charge polluante. Avant qu'elles ne soient rejetées dans le milieu naturel et ne le dégradent, elles doivent impérativement obéir à des normes établies pour protéger les milieux récepteurs contre la pollution.

➤ **Les normes OMS**

Tableau III: Les normes OMS de rejet des eaux usées dans un milieu récepteur
(OMS, 2018).

Paramètres	Unité	Normes utilisées (OMS)
PH	-	6,5-8,5
DBO ₅	mg/l	<30
DCO	mg/l	<90
MES	mg/l	<20
NO ₂ -	mg/l	1
NO ₃ -	mg/l	<1
Température	C°	<30
Couleur	-	Incolore
Odeur	-	Inodore

➤ **Les normes algériennes**

Tableau IV: Les valeurs limitent des paramètres de rejet dans un milieu récepteur
(Journal Officiel de la République Algérienne, 2006).

Paramètres	Unité	Valeurs limites
Température	°C	30
pH	-	6,5-8,5
MES	mg/l	35
DBO ₅	mg/l	35
DCO	mg/l	120
Phosphates	mg/l	02
Phosphore total	mg/l	10

I.4. les paramètres globaux de pollution des eaux usées

I.4.1. les paramètres physico-chimiques

➤ **Température (T°)**

La température optimale est de 12 °C à 15 °C. Elle dépend de la nature de la ressource : les eaux souterraines sont fraîches. Les eaux de surface ont une température variable entre 2 °C à 30 °C. La température maximum des eaux brutes est de 25 °C (limites de qualité). La valeur guide à partir de laquelle il est nécessaire d'agir pour les eaux douces superficielles est de 22 °C (**Bordet, 2007**).

➤ **Le potentiel hydrogène (pH)**

Le potentiel hydrogène, plus connu sous le nom de « pH » permet de mesurer l'acidité ou la basicité d'une solution. Le pH de l'eau pure à 25 °C, qui est égal à 7, a été choisi comme valeur de référence d'un milieu neutre (**Ouanouki, 2014**).

➤ **La conductivité électrique (CE)**

La conductivité électrique est probablement l'une des plus simples et des plus importantes pour le contrôle de la qualité des eaux usées. Elle traduit le degré de minéralisation globale, elle nous renseigne sur le taux de salinité (**Azami Idrissi et al, 2015**).

➤ **L'oxygène dissous**

C'est la quantité d'oxygène présente dans l'eau à l'état dissous. Celle-ci est toujours faible de sorte que la teneur en oxygène dissous constitue dans les écosystèmes limniques et marins un facteur limitant. La concentration de l'oxygène dissous dans une eau naturelle dépend de plusieurs facteurs écologiques abiotiques : température, pression atmosphérique, pression partielle de vapeur d'eau (**Ramade, 2000**).

I.4.2. Les indicateurs de pollution

➤ Les matières en suspension (MES)

Les matières en suspension correspondent à l'ensemble des particules non solubles présentes dans les eaux usées, quelle que soit leur nature (organique ou minérale). Ce sont des matières non-dissoutes dans l'eau qui peuvent être éliminées par filtration. C'est un paramètre qui permet de caractériser l'eau usée (**Ouanouki, 2014**).

➤ La demande chimique en oxygène (DCO)

Désigne la quantité d'oxygène exprimé en mg/l nécessaire pour oxyder les substances organiques à la fois non biodégradables et biodégradables présentes dans les eaux naturelles ou polluées. Elle se mesure par oxydation de l'échantillon au bichromate de potassium porté entre 140 °C et 150 °C pendant 2 heures (**Ramade, 2000**).

La DCO peut être importante dans les effluents de certaines industries (papeteries, fabricants de divers types de produits chimiques). Dans les eaux usées d'origine urbaine, le rapport DCO/DBO₅ (coefficient de biodégradabilité) est généralement de l'ordre de deux (**Ramade, 2000**).

✓ Coefficient de biodégradabilité

La biodégradabilité traduit l'aptitude d'un effluent à être décomposé ou oxydé par les micro-organismes qui interviennent dans les processus d'épuration biologique des eaux. Elle est exprimée par un coefficient K avec $K = \text{DCO} / \text{DBO}_5$ (**Benelmouaz, 2015**) :

- Si $K < 1.5$, cela signifie que les matières oxydables sont constituées en grande partie de matières fortement biodégradables ;
- Si $1.5 < K < 2.5$, cela signifie que les matières oxydables sont moyennement biodégradables ;
- Si $2.5 < K < 3$, les matières oxydables sont peu biodégradables ;
- Si $k > 3$, les matières oxydables sont non biodégradables.

➤ **La demande biochimique en oxygène (DBO)**

C'est la quantité d'oxygène (donnée en mg /l, g/l ou autres) que des bactéries utilisent pour, décomposer partiellement ou pour oxyder totalement en CO₂ des substances organiques dans l'eau, en un temps donné, à l'aide de leur système enzymatique. La DBO est une mesure de la teneur dans l'eau en substances biochimiquement (**Bliefert et Perraud 2011**).

➤ **Les nitrates (NO₃⁻) et les nitrites (NO₂⁻)**

Produits de la transformation chimique (oxydation) de l'azote réduit. Le suivi des nitrites et surtout des nitrates, en cours de traitement, permet d'obtenir des informations sur le bon fonctionnement des procédés de traitement, en particulier de nitrification et de dénitrification (**Behra, 2013**).

➤ **Le phosphore**

Le phosphore est mesuré soit sous forme de phosphore total, soit sous forme de phosphates (PO₄³⁻). La recherche des fractions minérales (phosphates issus des produits lessiviels) et organiques (d'origine humaine ou industrielle) permet de juger des conditions de traitement biologique des effluents et des risques liés à la dystrophisation des eaux réceptrices (**Behra, 2013**).

I.4.3. Les paramètres biologiques :

Les eaux usées transportent de nombreux micro-organismes dont certains sont pathogènes : bactéries, virus, protozoaires, helminthes.

Comme l'identification des organismes pathogènes dans l'eau est longue, le comptage des germes test est utilisé pour les contrôles de routine. Les germes test les plus fréquemment utilisés sont les coliformes fécaux (formés essentiellement d'*Escherichia coli*) et parfois aussi de streptocoques fécaux (**Behra, 2013**).

I.5. Les procédés d'épuration des eaux usées

I.5.1 Le prétraitement

Une étape préalable au traitement des effluents urbains, il consiste en un traitement physique des effluents afin de protéger les organes électromécaniques et les ouvrages situés à l'aval. Il se compose de trois étapes distinctes installées en série : un dégrillage, un dessablage, et un

dégraissage qui fournissent chacun un sous-produit spécifique appelé refus de dégrillage, sable et graisse (**Canler et Perret, 1994**).

➤ **Le dégrillage**

Il assure la séparation des éléments grossiers en fonction de la maille ou de l'espacement entre les barreaux, afin de prévenir les risques de colmatage des équipements (**Canler et Perret, 1994**).

➤ **Le dessablage**

Son but est de retirer les sables et graviers de l'effluent à traiter afin d'éviter les risques d'abrasion des équipements, le colmatage des conduites et les dépôts dans les ouvrages en aval (**Canler et Perret, 1994**).

➤ **Le dégraissage**

Cet ouvrage permet la récupération des graisses contenues dans l'effluent, les graisses non retenues pouvant engendrer un certain nombre de difficultés sur l'installation de traitement comme :

- Le colmatage des conduites ou de certains supports de culture fixée (lit bactérien) ;
- Des anomalies de fonctionnement de certains organes (**Canler et Perret, 1994**).

I.5.2. Le traitement primaire

Le traitement primaire consiste à réaliser l'étape de décantation qui élimine jusqu'à 60 % des matières en suspension (MES), et une partie de la pollution organique (**Rejsek, 2002 ; Baumont et al, 2004**) on distingue :

➤ **La Décantation primaire**

Permet d'alléger les traitements biologiques ou chimiques ultérieur en éliminant une partie des particules en suspension du diamètre inférieur à 0.2 mm (**Baumont et al, 2004**).

➤ **La Décantation secondaire**

Appeler également clarification elle intervient après le traitement biologique ou chimique afin d'éliminer les floccs issus de ces derniers.

Lors des phases décantation l'élimination des micro-organismes et des micropolluants se fait principalement par décantation des MES (sur lesquels ils sont adsorbés) (**Baumont et al, 2004**).

I.5.3. Traitement secondaire (biologique)

Le plus répandu, il consiste en la réalisation d'une épuration biologique des eaux. Celle-ci a pour objet principal d'éliminer la pollution par des matières organiques fermentescibles en faisant appel à l'activité bactérienne aérobie qui dégrade rapidement par voie oxydative l'ensemble des composés organiques (glucides, lipides, protéides) contaminants les eaux. Ce procédé permet d'éliminer la demande biologique d'oxygène, cause de l'asphyxie des rivières et de la dystrophisation des lacs pollués par des effluents organiques (**Ramade, 2000**). De nombreux procédés peuvent être utilisés :

➤ **Procédé de boue activée**

C'est un procédé qui peut s'effectuer par voie aérobie ou anaérobie. Dans les deux cas, ce sont des micro-organismes adaptés au procédé qui se multiplient en absorbant la pollution organique et assurant ainsi l'épuration biologique (**Ouanouki, 2014**). Selon Faby (1997), une épuration biologique (boues activées puis bassin de clarification) permet d'éliminer 90 % des virus, 60 à 90 % des bactéries, mais par contre a peu d'effet sur les kystes de protozoaires et les œufs d'helminthes (**Baumont et al, 2004**).

➤ **Procédé des lits bactériens**

Une épuration sur lit bactérien est plus efficace qu'un traitement à boues activées car elle élimine non seulement les virus et bactéries (respectivement 30 à 40 % et 50 à 95 %) mais aussi les œufs d'helminthes (20 à 90 %) et les kystes de protozoaires (83 à 99 %) (**Baumont et al, 2004**).

Les eaux usées percolent à travers des lits aérés de roches poreuses qui abritent des bactéries et autres micro-organismes qui décomposent les matières organiques (**Raven et al, 2009**).

➤ **Procédé de lagunage**

C'est un procédé d'épuration qui consiste à faire circuler des effluents dans une série de bassins pendant un temps suffisamment long pour réaliser les processus naturels de l'autoépuration. Il est pratiqué dans les régions très ensoleillées, dans des bassins de faible profondeur (0,5 à 1,2 m) et là où le problème de disponibilité de terrain ne se pose pas (**Ouanouki, 2014**).

I.5.4. Traitement tertiaire

Ce sont les traitements qui viennent en complément des chaînes classique d'épuration, le plus fréquent est le lagunage complémentaire. Ils ont pour objet d'éliminer les sels minéraux nutritifs agents de dystrophisation et des contaminants résiduels micropolluants (certains métaux lourds, composés organiques de synthèse). Ils font appel à des techniques variées, microbiologiques, chimiques et (ou) biologiques. Ils ne sont généralement utilisés que dans des stations d'épuration spécialisées pour traiter des effluents industriels (Leroy, 1995 ; Ramade, 2000).

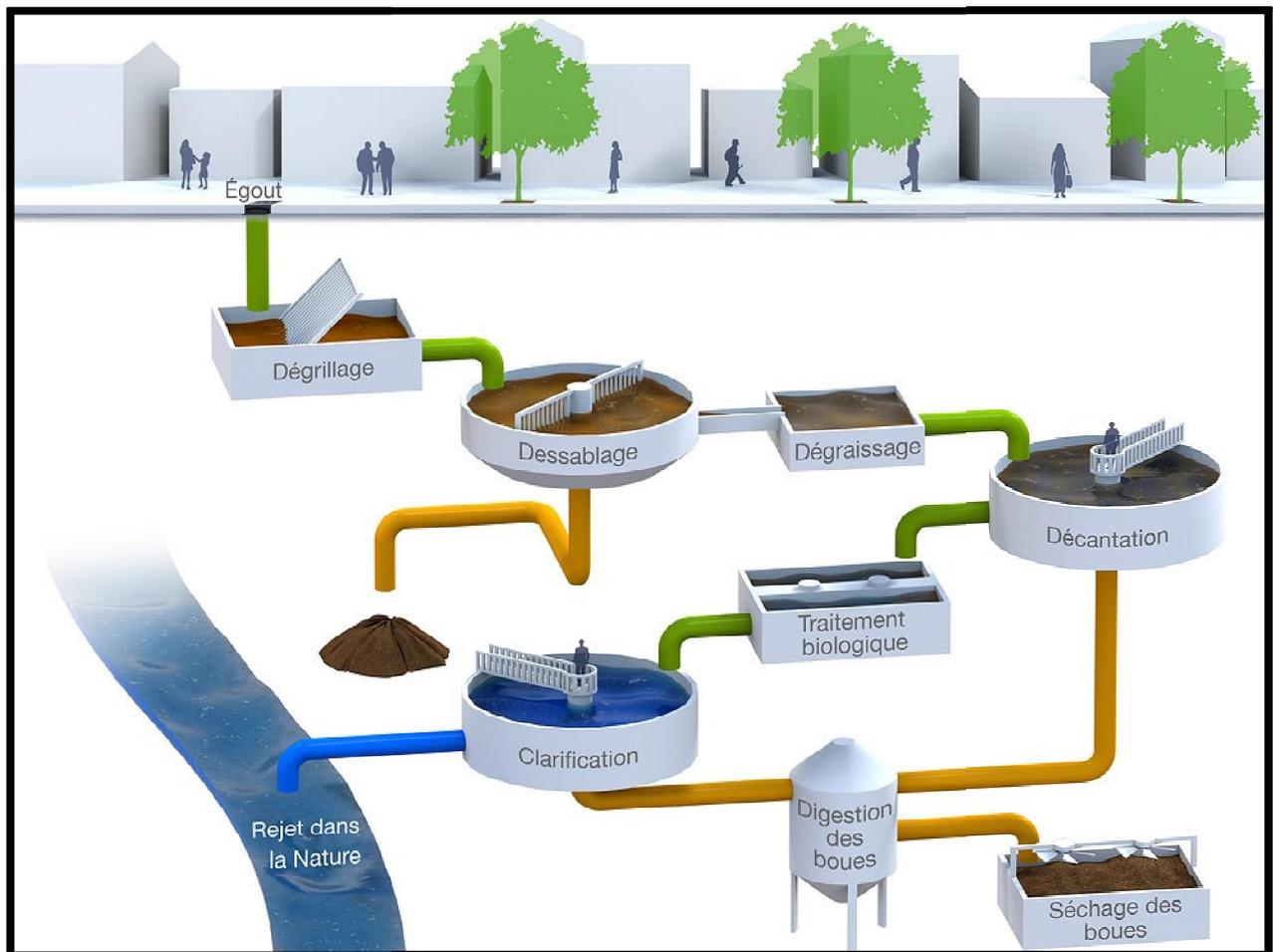


Figure 1 : schéma générale des étapes d'épuration des eaux usées (Google, 2018)

Chapitre II

Matériel et méthodes

II.1. Présentation de la zone d'étude

La station d'épuration (STEP) des eaux usées de Sidi Ali Lebhar est située à Bejaia, elle a été conçue en 2008 par la direction d'hydraulique de la wilaya de Bejaïa, en collaboration avec une entreprise espagnole COMSA. C'est une station d'épuration qui traite les eaux usées domestiques, et elle est du type boues activées à faible charge, avec un débit de 3000 m³/j, et une capacité de 25000 équivalents habitant pour 2010, et un débit de 9600 m³/j, et une capacité de 80000 équivalents habitant pour 2030 ; elle traite aujourd'hui une partie des rejets d'eaux usées déversées par la ville de Sidi Ali Lebhar et la résidence universitaire d'Iryahen

La STEP est entourée à l'EST par l'aéroport de Bejaia, l'OUEST par une base d'installation chinoise, au NORD par la mer, et au SUD par les fermes agricoles.

- **Coordonnées géographiques**

Latitude : 36.73

Longitude : 5.07

Nord : 36° 43' 14.96", Est : 5° 04' 37.82"



Figure 2 : Localisation de la STEP de Sidi Ali Lebhar (Google Earth, 2018).

II.2. Matériel et méthodes

Durant notre stage dans la STEP de Sidi Ali Lebhar (du 18 février 2018 au 18 mars 2018), on a assisté au dosage de l'ensemble des paramètres physico-chimiques (la température, le pH, la conductivité électrique, l'oxygène dissous) et des indicateurs de pollution (les matières en suspension (MES), la demande biochimique en oxygène (DBO₅), la demande chimique en oxygène (DCO), les nitrates (NO₃⁻), les nitrites (NO₂⁻), et le phosphore total) au sein du laboratoire de la STEP. Le matériel et les méthodes utilisés sont :

➤ Matériel du laboratoire

- Balance de précision ;
- Multiparamètre ;
- DCO mètre Réacteur ;
- Oxymètre de laboratoire ;
- Spectrophotomètre ;
- Système de filtration MES ;
- Thermomètre ;
- Lot de verrerie et réactifs ;
- Etuve universelle ;
- Four à moufle, à régulateur incorpore ;
- Appareil de distillation d'eau ;
- Appareil de mesure de la DBO₅.

➤ Les prélèvements

Les prélèvements ont été effectués à deux endroits précis, à l'entrée de la STEP (eaux usées brutes) et à la sortie de la STEP (eaux usées épurées).

II.2.1. Les paramètres physico-chimiques

❖ Température, pH et conductivité électrique

➤ Appareillage

Multiparamètre du laboratoire (CRISON MM41).



Figure 3: Multiparamètre de laboratoire

❖ Oxygène dissous

➤ Principe

La méthode électrochimique est une mesure ampérométrique d'un courant produit à l'intérieur d'une sonde à oxygène. Cette sonde est constituée d'une cellule fermée par une membrane sélective à l'oxygène et imperméable à l'eau et aux matières ioniques dissoutes. A l'intérieur de la sonde se trouvent deux électrodes métalliques passant en solution à l'anode, créant ainsi un courant directement proportionnel à la vitesse de passage de l'oxygène. Cette vitesse de passage est elle-même proportionnelle à la pression partielle de l'oxygène dans l'échantillon à une température donnée. Le courant ainsi créé est amplifié, la mesure de son intensité permet, grâce à l'étalonnage de l'appareil, de connaître la concentration en oxygène dissous de l'échantillon (Rejsek, 2002).

➤ Appareillage

Oxymètre de laboratoire (HACH HQ30d)

➤ Mode opératoire

- Effectuer le dosage sur l'eau à analyser en se conformant aux instructions du fabricant de l'appareil ;

- Après avoir plongé la sonde dans l'échantillon, lui laissé le temps nécessaire pour atteindre la température de l'eau et fournir une réponse stable en assurant une agitation du milieu comme décrit précédemment. Suivant la nature de l'appareil utilisée contrôler la température et/ou la pression atmosphérique ;
- Nettoyer la sonde à l'eau après la mesure, sans toucher la membrane avec les doigts (Rejsek, 2002).

➤ **Expression des résultats**

Exprimer la concentration de l'oxygène dissous en milligrammes d'oxygène par litre.



Figure 4: Oxymètre de laboratoire

II.2.2. Les indicateurs de pollution

❖ Matière en suspension

➤ **Principe**

Le dosage des MES par filtration sur filtre en fibre de verre repose sur le calcul de la masse de matière sèche (en mg/l) obtenue après séparation des MES de l'eau puis déshydratation à 105 °C. La séparation se fait à l'aide d'un équipement de filtration sous vide ou sous pression qui permet de passage de l'eau à analyser sur un filtre en fibres de verre (Rejsek, 2002).

➤ **Appareillage**

- équipements de filtration sous vide ;
- disques filtrants en fibres de verre ;
- Etuve 105°C (SELECTA) ;
- Balance de précision du laboratoire (SGIMADZU AUW220D) ;
- Un dessiccateur.

➤ **Mode opératoire**

L'ensemble des étapes effectuées sont les suivantes (**Rejsek, 2002**) :

- Laver les filtres en vrac par immersion dans l'eau distillée ;
- Laisser s'écouler l'eau de lavage, puis sécher les filtres à 105°C pendant au moins une heure ;
- Laisser le filtre s'équilibrer à température ambiante à proximité de la balance, et le peser à 0,1 mg près à l'aide d'une balance analytique d'une précision adéquate ;
- Placer le filtre sur le support de filtration et placer l'entonnoir du dispositif de filtration fixé dessus ;
- Connecter l'appareil de filtration à un dispositif d'aspiration sous vide ;
- Agiter vigoureusement le flacon d'échantillon et transférer immédiatement et d'un seul trait un volume convenable d'échantillon dans une éprouvette graduée ;
- Lire le volume de l'échantillon avec une précision d'au moins 2% ;
- Filtrer l'échantillon, puis rincer l'éprouvette graduée avec environ 20 ml d'eau distillée et laver le filtre avec cette eau. Rincer les parois internes de l'entonnoir avec un autre volume de 20 ml d'eau distillée ;
- Libérer le dispositif sous vide lorsque le filtre est pratiquement sec. Retirer avec précaution le filtre de l'entonnoir à l'aide de pinces à extrémités plates. Placer le filtre sur le support de séchage constitué d'un matériau de surface approprié pour supporter les filtres dans l'étuve ;
- Sécher le filtre dans l'étuve à 105 °C ± 2 °C pendant 1 à 2 h ;
- Retirer le filtre de l'étuve, le laisser s'équilibrer à température ambiante à proximité de la balance et le peser comme précédemment.

➤ **Expression des résultats**

Soient :

V : le volume en millilitres de l'échantillon.

M0 : la masse en milligrammes du disque filtrant avant utilisation.

M1 : la masse en milligrammes du disque filtrant après utilisation.

Le taux de matières en suspension, exprimé en milligrammes par litre, est donné par l'expression :

$$\text{MES} = \frac{(M1 - M0) * 1000}{V} \quad (\text{mg/l})$$



Figure 5: Balance de précision de laboratoire



Figure 6 : Etuve de laboratoire

❖ **Demande biochimique en oxygène (DBO₅)**

➤ **Principe**

La méthode Dilution et ensemencement avec apport d'allyl thio-urée repose sur la mesure de l'oxygène consommé dans un échantillon d'eau et de ses dilutions pour dégrader la pollution initiale par voie biochimique, par détermination de la concentration en oxygène dissous avant

et après incubation. Cette mesure implique l'introduction, dans une eau de dilution saturée en oxygène, d'un volume d'échantillon tel que la consommation en oxygène au bout de 5 jours soit de l'ordre de 50% de la teneur initial (**Rejsek, 2002**).

➤ **Matériel**

- Equipe DBO système:
 - Têtes mesureurs (DBO senseurs) ;
 - Ampoules de mesures marron ;
 - Agitateurs magnétiques ;
 - Pince ;
 - Carcasse de gomme pour les goulots des ampoules ;
 - Lentilles de NaOH ;
 - Armoire thermostatique de température constante à 20°C ;
 - Incubateur LIEBHEER ;
 - Inhibiteur de la nitrification ;
- Récipients et pipettes de plusieurs mesures.
- Eau distillée.

➤ **Mode opératoire**

Les étapes effectuées sont (**guide pratique de la STEP**) :

- Pour bien profiter de la carcasse de mesure, il faut sélectionner un volume d'échantillon correspondante à la DBO qui on espère obtenir :

Tableau V : Intervalles de mesure de la DBO₅

Volume de la prise d'essai	Intervalle de mesure (mg/l)	Facteur
432	0-40	1
365	0-80	2
250	0-200	5
164	0-400	10
97	0-800	20
43.5	0-2000	50
22.7	0-4000	100

- Nettoyer les ampoules et éclaircir avec de l'eau distillée ;
- Eclaircir l'ampoule de mesure avec l'eau résiduaire d'échantillon ;
- Ajouter une quantité de l'échantillon homogénéisée ;
- Ajouter pour chaque ampoule avec échantillon un agitateur magnétique ;
- Pour les échantillons d'effluent (eau épurée) ajouter un inhibiteur de nitrification selon le rapport suivant : dissoudre 200 mg d'Allyl thio-urée ($C_4H_8N_2S$) dans de l'eau et diluer à 200 ml. Cette solution est conservée à 4°C et elle est stable pendant au moins deux semaines ;
- Poser sur le goulot de l'ampoule une carcasse de gomme. Dans son intérieur, ajouter avec la pince des lentilles de NaOH et remplir le bouchon jusqu'à la limite sans se dépasser ;
- Fermer l'ampoule de mesure avec la tête du senseur DBO ;
- Colloquer les ampoules dans l'agitateur ;
- Introduire l'équipe d'agitation dans l'incubateur avec la température choisie par l'échantillon de DBO (20°C). Connecter le câble du réseau à la prise intérieure de l'incubateur et appuyer sur l'interrupteur de courant interne ;
- Pour recommencer l'oxytop serrer les boutons S et M à la fois pendant 2 secondes.

➤ **Consultation de mesure**

- Pour consulter la mesure en quelque moment (pour exemple : après 36 h de fonctionnement) serrer le bouton M.
- Pour consulter les mesures stockées (l'oxytop garde les valeurs aux 24h, 48h, 72h, 96h, 120h) serrer le bouton S (guide pratique du laboratoire).
- Multiplier la valeur affichée par le facteur correspondant au volume utilisé comme le montre le tableau (intervalles de mesure de la DBO₅).



Figure 7 : Armoire thermostatique
de laboratoire



Figure 8 : Incubateur de laboratoire

❖ Demande chimique en oxygène (DCO)

➤ Principe

Méthode par excès de bichromate de potassium ($K_2 Cr_2 O_7$) : le test consiste en une oxydation chimique de la matière organique par un oxydant fort (acide) à température élevée et par le dichromate de potassium. Les substances oxydables réagissent avec une solution d'acide sulfurique et de bichromate de potassium en présence de sulfate d'argent (**guide pratique de la STEP**).

➤ Matériel

- Appareillage et réactifs ;
- Bioréacteur (HACH DRB 200) ;
- Portoir pour tubes DCO ;
- spectrophotomètre (HACH LANGE DR 2800) ;
- Pipette jaugée 2 ml ;
- Poire à pipeter.

➤ **Mode opératoire**

L'ensemble des étapes suivies sont (**guide pratique STEP**) :

- Sélectionnez le programme de la DCO ;
- Préparer les cuves :
 - Mélanger le contenu Kit pour avoir une solution homogène ;
 - Pipeter 2 ml d'échantillon avec précaution ;
 - Fermer la cuve et nettoyer l'extérieur de celle-ci ;
 - Mélanger.
- Le thermostat chauffe jusqu'à atteindre la température définie ; deux signaux sonores indiquent que la température requise est atteinte ;
- Placez les cuves dans un bloc de chauffage et refermez le couvercle de protection, chauffer dans le bioréacteur DCO classique : 2h à 148-150°C ;
- 3 signaux sonores indiquent la fin du programme de température. Le thermostat refroidit ;
- Enlever la cuve chaude et invertir avec prudence 2 fois ;
- Laisser refroidir à température ambiante dans le support de cuve ;
- Bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer avec programme spectrophotomètre.



Figure 9: Bioréacteur de laboratoire

❖ Phosphore total (PT)

➤ Matériel

- kits mesure LCK 348 ;
- Eaux distillé (nettoyage ou dissolution) ;
- Spectrophotomètre (HACH LANGE DR 2800) ;
- Pipette graduée 2 ml ;
- Aspirateur pipettes 2 ml.

➤ Mode opératoire

Les différentes étapes effectuées sont (Taghezout, 2015) :

- Enlevez délicatement la feuille de protection du DosiCap Zip détachable ;
- Dévissez le DosiCap Zip ;
- Pipeter 0.5 ml d'échantillon ;
- Vissez le DosiCap Zip; dirigeant le cannelage vers le haut ;
- Visser un DosiCap C (LCK 348 C) gris sur la cuve ;
- Secouer énergiquement ;
- Mettre dans le bioréacteur pendant 60 min à une température de 100°C;
- Pipeter dans la cuve une fois refroidie: 0.2 mL de réactif B (LCK 348 B). Fermer immédiatement le réactif B après emploi ;
- Visser un DosiCap C (LCK 348 C) gris sur la cuve ;
- Mélanger le contenu de la cuve en la retournant plusieurs fois de suite. Attendre 10 min, mélanger de nouveau, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer.



Figure 10: Spectrophotomètre de laboratoire

❖ Nitrate (NO_3^-)

➤ Principe

La méthode utilisée est la méthode par réduction de cadmium : les nitrates étant, en général, en concentration très faible dans les eaux, il peut être intéressant de réduire les nitrates en nitrites par passage de l'eau à analyser sur une colonne de cadmium métallique avant de réaliser le dosage des nitrites (**Rejsek, 2002**).

➤ Matériel

- Sachets de réactif pour nitrate Nitra Ver 5 (pour 10 ml d'échantillon) ;
- Cuves carrées, 10 ml ;
- Pipette graduée 10 ml, 1/10 verre classe A ;
- Aspirateur pipettes 10 ml ;
- spectrophotomètre de laboratoire (HACH LANGE DR 2800).

➤ Mode opératoire

- Appuyer sur Programmes enregistrés ;
- Sélectionner le programme d'analyse ;
- Remplir une cuve carrée de jusqu'au trait de 10 ml avec l'échantillon ;
- Préparation de l'échantillon : Transférer le contenu d'une pochette de réactif pour nitrate Nitra Ver 5 dans la cuve ;

- Appuyer sur l'icône représentant la minuterie ;
- Appuyer sur OK, une période de réaction de 1 minute va commencer. Durant la période de réaction, agiter énergiquement la cuve jusqu'à ce que la minuterie retentisse ;
- Lorsque la minuterie retentit, appuyer sur l'icône représentant la minuterie ;
- Appuyer sur **OK**, une période de réaction de 5 minutes va commencer, une coloration apparaîtra en présence de nitrate ;
- Préparation du blanc : Lorsque la minuterie retentit, remplir une autre cuve carrée jusqu'au trait de 10 ml avec échantillon (sans réactif) ;
- Essuyer l'extérieur du blanc (cuve) et l'introduire dans le compartiment de cuve en dirigeant le trait de remplissage vers la droite ;
- Sélectionner sur l'écran : **Zéro** ;
- Dans les 2 minutes après le retentissement de la minuterie, essuyer l'extérieur de la cuve contenant l'échantillon préparé et l'introduire dans le compartiment de cuve en contenant l'échantillon préparé et l'introduire dans le compartiment de cuve en dirigeant le trait de remplissage vers la droite ;
- Sélectionner sur l'écran : **Mesurer**.

❖ Nitrite (NO_2^-)

Méthode spectrophotométrique : méthode simple basée sur les réactions colorées que développent les nitrites avec certains réactifs. Compte tenu de la vitesse d'oxydation des nitrites, il convient d'effectuer le dosage le plus rapidement possible après prélèvement (Rejsek, 2002).

➤ Matériel

- kits mesure nitrite (LCK 342) ;
- Eaux distillé (nettoyage ou dissolution) ;
- Spectrophotomètre (HACH LANGE DR 2800) ;
- Pipette graduée 2 ml ;
- Aspirateur pipettes 2 ml.

➤ **Mode opératoire**

Les étapes effectuées sont les suivantes (**guide pratique de la STEP**) :

- Enlevez délicatement la feuille de protection du DosiCap Zip détachable ;
- Dévissez le DosiCap Zip ;
- Pipeter 0.2 ml d'échantillon ;
- Vissez immédiatement le DosiCap Zip; dirigeant le cannelage vers le haut ;
- Secouer énergiquement jusqu'à dissolution du lyophilisat ;
- Attendre 10 min, mélanger de nouveau, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer ;

Chapitre III

Résultats et discussions

Dans ce chapitre, on va comparés la qualité des eaux brutes et épurées de la station d'épuration des eaux usées de Sidi Ali Lebhar. Pour cela, nous avons effectué les analyses de différents paramètres physico-chimiques (la température, le pH, la conductivité électrique, l'oxygène dissous) et des indicateurs de pollution (matières en suspension (MES), la demande biochimique en oxygène (DBO_5), la demande chimique en oxygène (DCO), les nitrates (NO_3^-), les nitrites (NO_2^-), et le phosphore total).

Les valeurs des paramètres physico-chimiques et des indicateurs de pollution des eaux usées à l'entrée (E) et à la sortie (S) de la STEP de Sidi Ali Lebhar, sont regroupées dans le tableau suivant :

Tableau VI : Résultats des paramètres physico-chimiques et des indicateurs de pollution des eaux usées brutes et épurées analysées (STEP, 2017)

Date	Paramètres physico-chimiques										Indicateurs de pollution									
	T (°C)		pH		O ₂ Dissous (mg/l)		CE (µS/cm)		MES (mg/l)		DBO ₅ (mg/l)		DCO (mg/l)		PT (mg/l)		NO ₃ (mg/l)		NO ₂ (mg/l)	
	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S
02/17	16,8	16,6	7,47	7,46	0,41	7,47	3572	2937	381	3	375	4	657	31,1	23,65	5,585	18,55	2,75	0,032	0,052
03/17	18	18,1	7,78	7,79	0,41	8,13	3752	2964	363	2	320	4	649	26,65	31,1	9,46	32,45	3,85	0,053	0,038
04/17	18,9	19,1	7,55	7,52	0,46	7,92	3230	2852	340	5	360	6	702	29,25	26,15	6,99	11,85	2,35	0,064	0,032
05/17	22,1	22,7	7,643	7,63	0,45	7,89	3092	2744	283	3	305	7	584	35,2	29,55	10,25	11,1	3,25	0,038	0,017
06/17	23	23,7	7,78	7,68	0,49	7,89	3165	2704	359	2	285	7	587	20	28,2	13,05	19,2	4,5	0,034	0,044
07/17	25,41	26,26	7,7	7,61	0,43	7,74	3035	2627	269	3	260	12,5	613,5	30,55	26,3	14,4	19,65	6,4	0,103	0,047
08/17	27	27	7,52	8	0	7,4	2935	2622	294	22	245	10	482	31	16	18	25	23	0,1	0,1
09/17	24,4	24,8	7,65	7,56	0,48	7,75	2978	2569	412	12	345	12	661	42,4	26,2	8,41	44,75	4,7	0,057	0,1
10/17	22,2	22,3	7,58	7,5	0,35	7,42	2957	2457	240	19,5	295	9,5	518	59,7	31,6	14,8	74,35	9,75	0,083	0,14
11/17	18	17	7,5	7	2	7,6	3099	2485	249	10	220	3	433	30	19	9,5	15	0,8	2,8	0,1
12/17	15,8	14,5	7,61	7,53	0,7	9,4	3550	2240	279	9	230	4	404	35,1	14,9	6,64	10,7	3,5	0,974	0,32
01/18	16,8	16,3	7,42	7,37	0,43	9,38	3380	2840	287	7	210	6	440	41,2	20,4	8,73	12,3	12	1,35	0,434
02/18	14,5	14,5	7,56	7,45	0,4	8,3	3100	2650	352	8	340	5	591	33,1	23,4	3,53	18,5	3,4	0,848	0,297
Moyenne	20,223846	20,22	1,5911538	1,5461538	0,5392308	8,0223011	3218,8462	2668,5385	316	8,1153846	291,53846	6,9230169	563,19231	34,25	24,342308	9,9496154	24,101692	6,1130169	0,5021692	0,1323846

III.1. Les paramètres physico-chimiques

III.1.1. La température

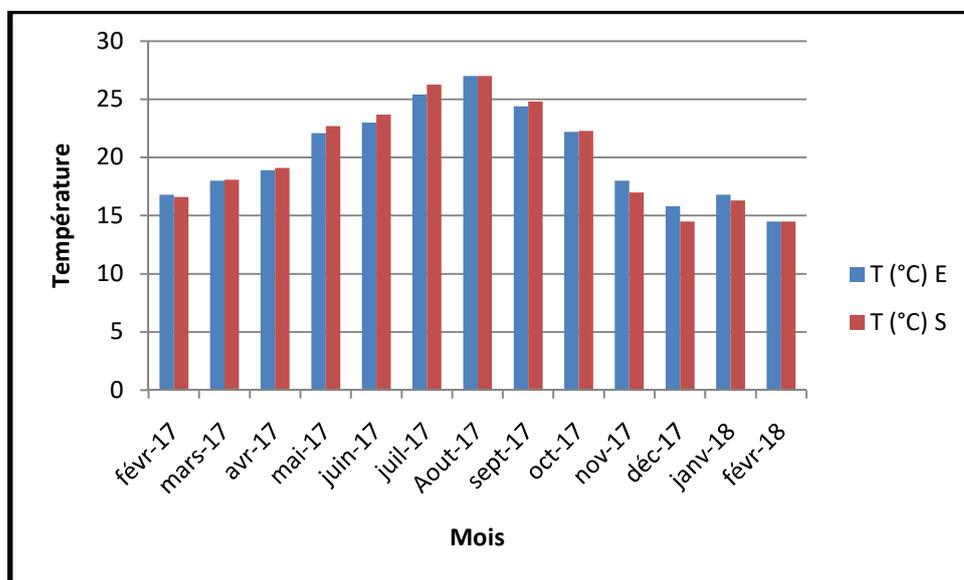


Figure 11: Variation des valeurs moyennes de la Température à l'entrée et à la sortie de la STEP

Les valeurs de la Température des eaux se situent dans un intervalle qui va du minimum de 14,5 °C au maximum de 27 °C avec une moyenne de 20,22 °C à l'entrée et à la sortie de la STEP.

Les températures varient selon le climat et n'ont jamais dépassées les normes de l'OMS (Tableau III) et les normes algériennes (Tableau IV) (<30), c'est ce qui prouve une bonne épuration des eaux, développe les populations bactériennes de type mésophile, et favorise la dégradation de la pollution organique en conséquence (**Benelmouaz, 2015**).

Les valeurs de la température des eaux de la STEP se situent dans une gamme favorable à l'activité microbienne (< 30 °C). Ceci favorise le traitement biologique et l'autoépuration des eaux usées, ainsi que le développement et la croissance des organismes aquatiques (**Merghem et al, 2016**).

L'augmentation de la température d'une masse d'eau a des effets chimiques, physiques et biologiques. Les réactions biochimiques comme la décomposition des déchets, se produisent plus rapidement, consommant plus d'oxygène dissous. De plus, l'oxygène se dissous moins

dans l'eau chaude que dans l'eau fraîche et la concentration de l'eau en oxygène dissous à des effets important sur la vie aquatique :

- Les poissons ventilent plus souvent leurs branchies pour s'oxygéner correctement. Cette situation provoque un gros stress chez le poisson car il tente d'obtenir plus d'oxygène à partir d'une concentration plus petite d'oxygène dissous dans l'eau ;
- Effet sur les cycles de reproduction, les rythmes digestifs et respiratoires ;
- Mortalité des poissons et des autres organismes aquatiques (Raven *et al*, 2009).

III.1.2. Potentiel d'hydrogène (pH)

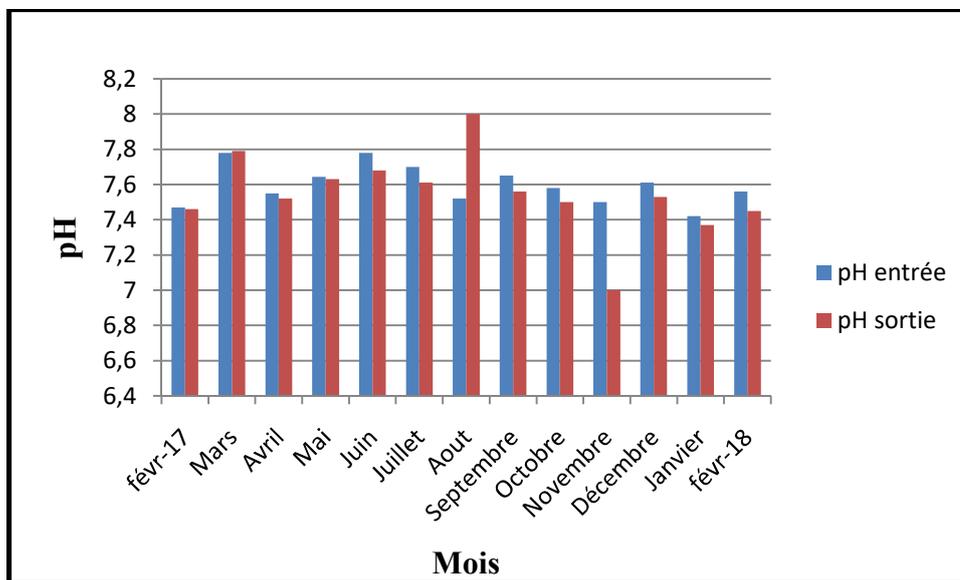


Figure 12: Variation des valeurs moyennes de pH à l'entrée et à la sortie de la STEP

Les valeurs de pH des eaux usées brutes mesurées oscillent entre 7,42 et 7,78 avec une moyenne de 7,59. Tandis que, celles des eaux épurées varient entre 7 et 8 avec une moyenne de 7,54. Les valeurs observées révèlent que le pH est légèrement neutre et restent dans les normes du rejet de l'OMS (Tableau III) et à celle du journal officiel algérien (Tableau IV) limitées entre (6,5-8,5).

Le pH est un paramètre important qui représente le degré d'ionisation du milieu étudié, il nous donne une indication sur le niveau de la pollution de l'eau. Il doit être étroitement surveillé au cours de la période de prélèvement (Taghezout, 2015).

Dans le cas d'une station d'épuration des eaux usées, une eau acide aura tendance à corroder ou à user l'équipement alors qu'une eau alcaline occasionnera des dépôts de tartre dans les conduites (Djeddi, 2007).

Quand les valeurs du pH sont inférieures à 6,5 cela va engendrer (Ramade, 2000) :

- Une augmentation d'abondance des algues filamenteuses ;
- Une prolifération des champignons aquatiques ;
- Un ralentissement du métabolisme des bactéries aérobies ;
- Une réduction de la biomasse du phytoplancton ;
- Une forte réduction de la productivité du zooplancton ;
- Un ralentissement considérable de l'activité photosynthétique de l'ensemble des autotrophes aquatiques ;
- Une disparition totale des mollusques, des amphibiens et des poissons à un pH=3,5.

III.1.3. L'oxygène dissous

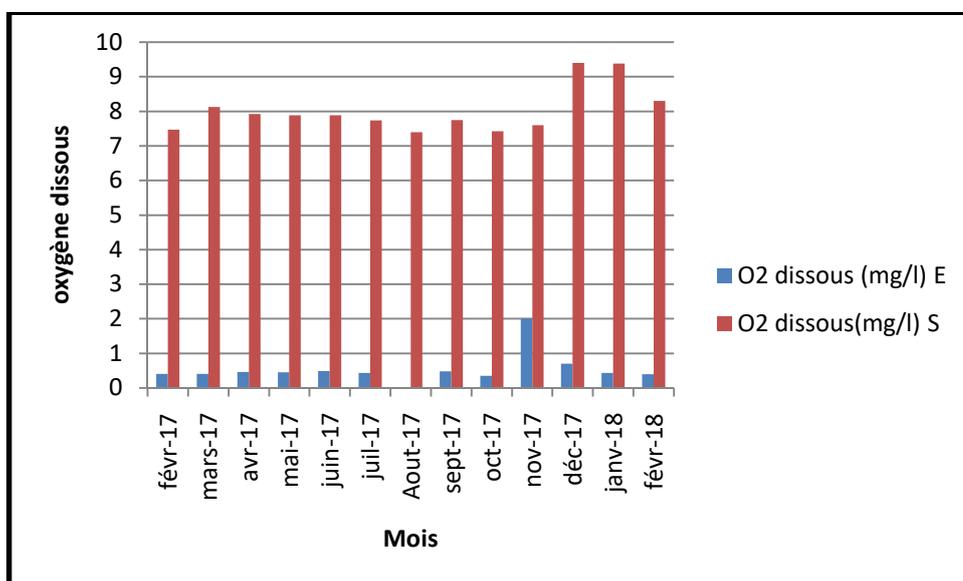


Figure 13: Variation des valeurs moyennes de l'oxygène dissous à l'entrée et à la sortie de la STEP

Les valeurs obtenues montrent une fluctuation allant de 0 mg/l à 2 mg/l avec une moyenne de 0.54 mg/l pour les eaux brutes et de 7,4 mg/l à 9,4 mg/l pour les eaux traitées avec une moyenne de 8.02 mg/l. L'oxygène dissous est un paramètre très utile pour indiquer la qualité de l'eau, il est considéré comme l'un des paramètres les plus sensibles à la pollution. Sa

valeur donne des renseignements sur l'état de la pollution et par conséquent le degré de l'autoépuration (Taghezout, 2015).

Les teneurs en oxygène dissous enregistrées à la sortie sont nettement supérieures à celles de l'entrée, ceci est dû à une bonne aération des eaux au niveau du bassin biologique, nécessaire pour le développement des microorganismes aérobies assurant l'oxydation des matières organiques, ce qui conduit à une bonne épuration biologique des eaux usées (Benelmouaz, 2015). Les poissons et les autres organismes des écosystèmes aquatiques consomment aussi de l'oxygène, mais la capacité de sa dissolution dans l'eau est limitée, et quand un écosystème aquatique contient trop d'eaux d'égouts, les micro-organismes décomposeurs consomment la plupart de l'oxygène dissous. Il en reste peu pour les poissons et les autres animaux aquatiques. A des concentrations très basse, la faune quitte la pièce d'eau ou meurt et les micro-organismes anaérobies produisent des composés malodorants détériorant davantage la qualité de l'eau (Raven et al, 2009).

III.1.4. La conductivité électrique

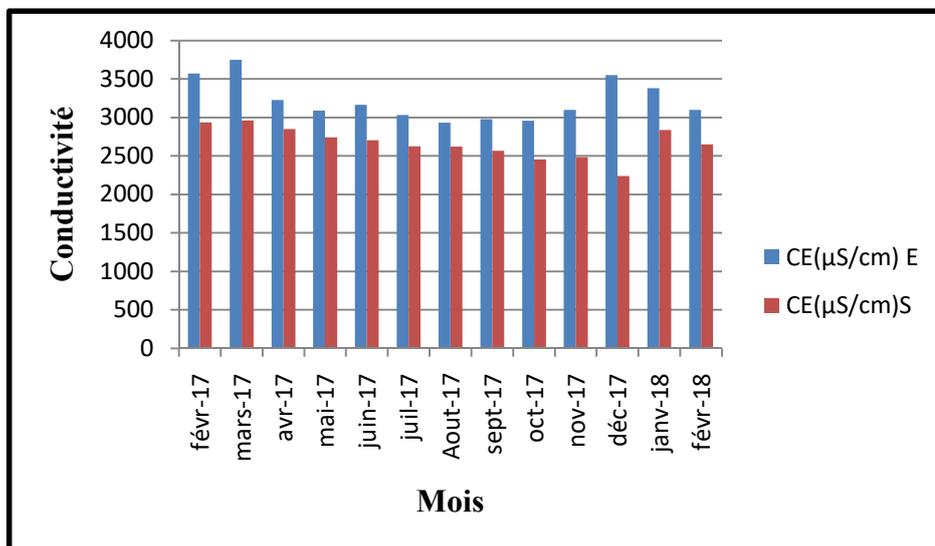


Figure 14: Variation des valeurs moyennes de la CE à l'entrée et à la sortie de la STEP

Les résultats de la conductivité électrique pour les eaux brutes varient entre 2935 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 3752 $\mu\text{S}/\text{cm}$ avec une moyenne de 3218,85 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Quant aux eaux épurées les valeurs varient entre 2240 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 2964 $\mu\text{S}/\text{cm}$ avec une valeur moyenne de 2668,54 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Les valeurs de la conductivité électrique élevées traduisent une minéralisation importante et indiquent ainsi une certaine richesse en sels, expliquant les valeurs élevées enregistrées toujours à l'entrée. La diminution des valeurs moyennes de l'entrée vers la sortie au niveau de la station d'épuration est probablement due au traitement biologique effectué sur l'eau usée (Djeddi, 2007).

La conductivité donne une idée de la minéralisation d'une eau. En effet, la mesure de la conductivité permet d'apprécier la quantité des sels dissous dans l'eau, donc de sa minéralisation (Taghezout, 2015).

III.2. Les indicateurs de pollution

III.2.1. Les matières en suspension (MES)

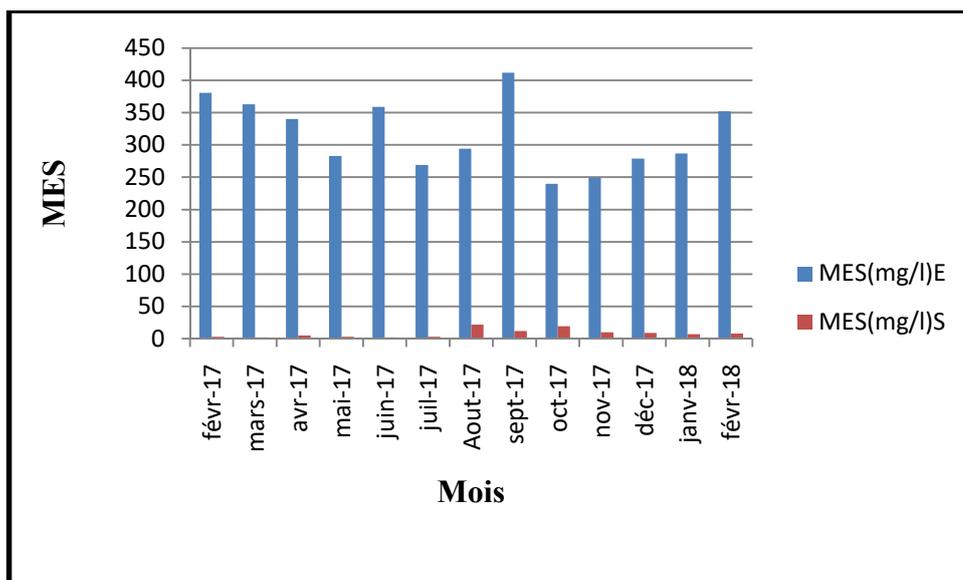


Figure 15: Variation des valeurs moyennes des MES à l'entrée et à la sortie de la STEP

Les valeurs enregistrées au cours de notre étude révèlent une réduction importante des MES entre les eaux brutes et traitées. Elles se situent entre 240 mg/l et 412 mg/l avec une moyenne de 316 mg/l pour les eaux brutes. En ce qui concerne les eaux épurées, les valeurs des MES varient entre 2 mg/l et 22 mg/l avec une moyenne de 8,11 mg/l, ces faibles valeurs sont dues à une bonne décantation des matières en suspension, et restent inférieures à la norme du rejet

de l'OMS (Tableau III) (<20 mg/l) et à celle du journal officiel algérien (Tableau IV) limitée à 35 mg/l.

A des teneurs très élevées, les MES (**Raven et al, 2009**) :

- D'une part, réduisent la transparence de l'eau de ce fait la production primaire photosynthétique, d'autre part elles présentent une surface de contact importante pour des échanges physico-chimiques ou biologiques avec de l'eau de mer ;
- Diminuent la pénétration de la lumière dans l'eau, recouvrent les organismes aquatiques, apportent des polluants toxiques insolubles et envasent les voies d'eau ;
- Rendent l'eau turbide (trouble) et réduisent ainsi la profondeur de pénétration de la lumière. Parce que la base du réseau alimentaire d'un écosystème aquatique est constituée de plantes et d'algues qui ont besoin de lumière pour la photosynthèse, l'eau trouble réduit la capacité photosynthétiques de ces producteurs primaires. Une très forte turbidité réduit le nombre d'organismes aquatiques qui se nourrissent des producteurs primaires.

Elles peuvent être aussi considérées comme des transporteurs importants des polluants, fertilisants, toxiques et biologiques. Dans les océans, la concentration en MES est faible : elle diminue de la surface jusqu'au fond. Par contre, les plus importantes teneurs sont aux niveaux des milieux côtiers et estuariens (**Taghezout, 2015**).

La plus grande part des microorganismes pathogènes contenus dans les eaux usées est transportée par les MES. Elles donnent également à l'eau une apparence trouble, un mauvais goût et une mauvaise odeur (**Djeddi, 2007**).

III.2.2. La demande chimique en oxygène (DCO)

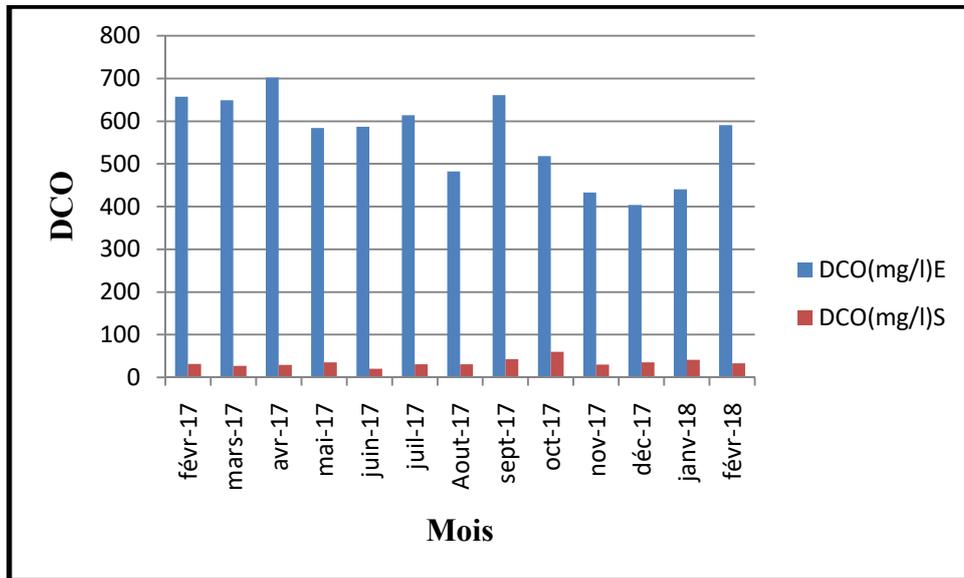


Figure 16: Variation des valeurs moyennes de la DCO à l'entrée et à la sortie de la STEP

Les valeurs enregistrées de la DCO sont comprises entre 404 mg/l et 702 mg/l avec une valeur moyenne de 563,19 mg/l à l'entrée de la STEP. A la sortie de la STEP les valeurs mesurées sont comprises entre 20 mg/l et 59,7 mg/l avec une valeur moyenne de 34,25 mg/l.

Ces valeurs sont conformes à la norme algérienne (tableau IV) de rejet (120 mg/l) et à celle de l'OMS (tableau III) (<90), donc une grande concentration a été éliminée par le procédé car il y'a une dégradation importante de la charge polluante.

La DCO permet d'apprécier la concentration en matière organique ou minérales, dissoutes ou en suspension dans l'eau, à travers de la quantité d'oxygène nécessaire à leur oxydation chimique totale (Fathallah et al, 2014).

Le rapport DCO/DBO₅ est de 4,95 ce qui signifie que les matières oxydables sont non biodégradables.

En effet, une valeur faible du rapport DCO/DBO₅ implique la présence d'une grande proportion de matières biodégradables et permet d'envisager un traitement biologique. Inversement, une valeur importante de ce rapport indique qu'une grande partie de la matière organique n'est pas biodégradable et, dans ce cas, il est préférable d'envisager un traitement physico-chimique (Fathallah et al, 2014).

III.2.3. La demande biochimique en oxygène (DBO₅)

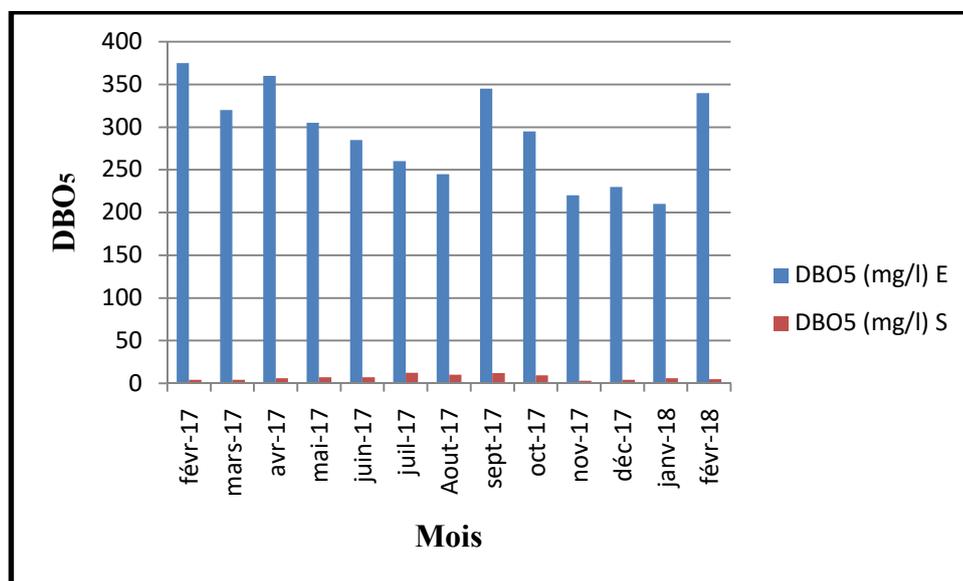


Figure 17: Variation des valeurs moyennes de la DBO₅ à l'entrée et à la sortie de la STEP

Les variations de la demande biochimique en oxygène (DBO₅) de l'eau brute et de l'eau traitée nous a permis de noter que l'eau brute à l'entrée de la station présente une DBO₅ qui varie entre 210 mg/l et 375 mg/l. Ces valeurs sont élevées. Par contre, pour l'eau épurée, la demande biologique en oxygène varie entre 3 mg/l et 12.5 mg/l. On remarque que les valeurs après le traitement sont très satisfaisantes par rapport à la norme algérienne (35mg/l) (Tableau IV) et à celle de l'OMS (<30mg/l) (Tableau III).

La DBO₅ d'une eau très polluée par des rejets d'égouts est élevée, ce qui signifie qu'il ne reste presque plus d'oxygène dissous dans l'eau. Quand les taux d'oxygène dissous sont faibles, les micro-organismes anaérobies produisent des composés malodorants détériorant davantage la qualité de l'eau. Ainsi ces valeurs élevées de la DBO₅ provoque immédiatement (Ramade, 2000 ; Raven et al, 2009) :

- Une déplétion de la teneur en oxygène dissous, par dégradation sous l'action des bactéries aérobies ;
- Une désoxygénation considérable.

La diminution de la DBO₅ est expliquée par une diminution de la charge organique charriée par les eaux usées, et l'augmentation de la matière organique se traduit par une augmentation de la DBO₅ (Taghezout, 2015).

Les teneurs élevées de DBO₅ peuvent être expliquées par l'insaturation des conditions de dégradations de la matière organique par les micro-organismes, dont l'activité s'intensifie avec le réchauffement des eaux. Cette activité, consommatrice d'oxygène, est à l'origine de l'autoépuration des eaux (Taghezout, 2015).

III.2.4. Le phosphore total

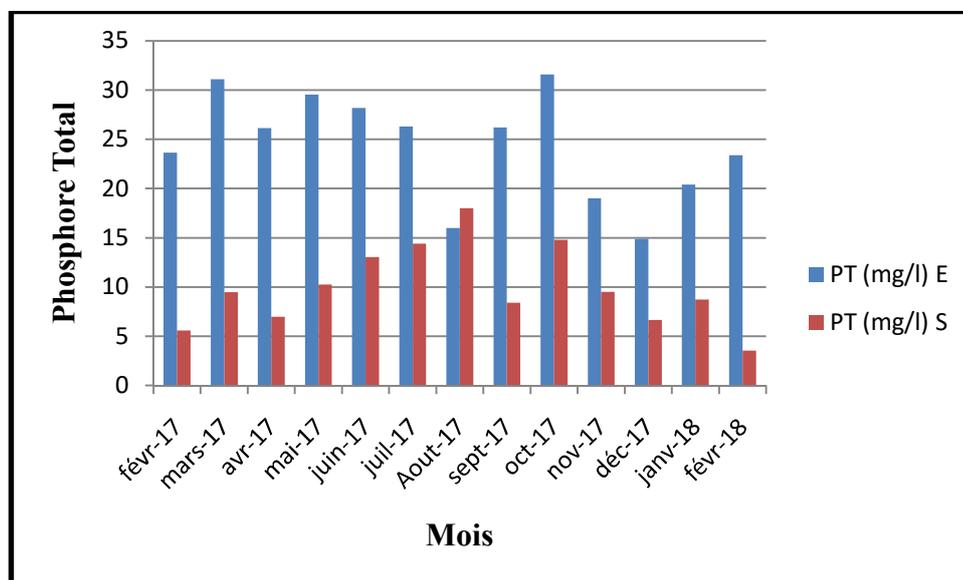


Figure 18: Variation des valeurs moyennes de phosphore total à l'entrée et à la sortie de la STEP

A l'entrée de la STEP, les valeurs enregistrées du phosphore total sont comprises entre 14.5 mg/l et 31.6 mg/l avec une valeur moyenne de 24.34 mg/l. Ainsi, pour les eaux épurées les teneurs en phosphore varient entre 3.53 mg/l et 18 mg/l avec une valeur moyenne de 9.95 mg/l.

Ces résultats ne sont pas conformes à la norme algérienne (Tableau IV) qui est de 10 mg/l, cela est dû aux charges importantes de matières organiques et minérales dans les rejets (Achiou, 2017).

Les valeurs du phosphore total dans les eaux brutes sont très élevées et dépassent la valeur recommandée par la STEP (15mg/l).

III.2.5. Les nitrites (NO_2^-)

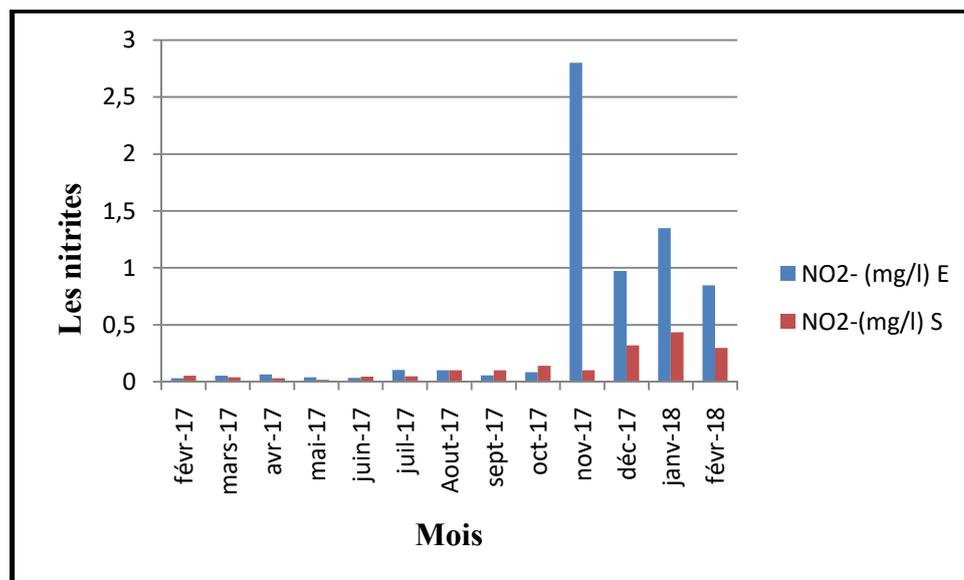


Figure 19: Variation des valeurs moyennes des nitrites à l'entrée et à la sortie de la STEP

La teneur des nitrites dans les eaux brutes varie entre 0,32 mg/l et 2,8 mg/l avec une valeur moyenne de 0,5 mg/l. Dans les eaux épurées la teneur des nitrites est comprise entre 0,017 mg/l et 0,434 mg/l avec une valeur moyenne de 0,13 mg/l, et elle est conforme à la norme de l'OMS (Tableau III). Cette réduction de la teneur de nitrites à la sortie, nous atteste sur le bon fonctionnement de l'activité biologique. Les nitrites sont le produit de la première étape de nitrification du cycle de l'azote. C'est une forme peu stable et leur présence en quantité significative est un indicateur de blocage de l'activité biologique (**Idabdellah, Kahim, 2013**).

III.2.6. Les nitrates (NO_3^-)

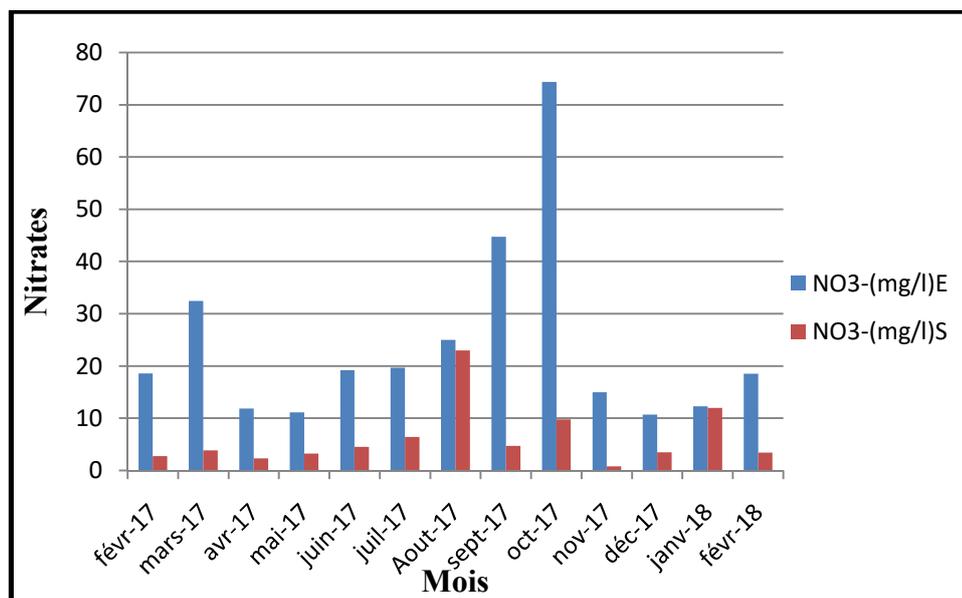


Figure 20: Variation des valeurs moyennes des nitrates à l'entrée et à la sortie de la STEP

A l'entrée, les concentrations des eaux en Nitrates sont considérables. Les valeurs varient entre 10,7 mg/l et 74,35 mg/l avec une moyenne de 24,10 mg/l. En revanche les eaux sortant du traitement montrent une réduction importante de la concentration des nitrates qui varient entre 0,8 mg/l et 23 mg/l avec une moyenne de 6,17 mg/l, mais ces résultats sont pas conformes à la norme de l'OMS (Tableau III) qui est de (<1 mg/l), dû à l'absence de traitement tertiaire.

Les nitrates représentent la forme la plus oxygénée de l'azote et la plus soluble. Ils sont le résultat de la deuxième étape de la nitrification (**Idabdellah et Kahim, 2013**). Dans le milieu naturel, ne sont pas directement toxiques mais participent à l'important phénomène d'eutrophisation (**Rejsek, 2002**).

Les faibles concentrations en nutriments dans le milieu récepteur conduit à (**Raven et al, 2009**) :

- Une bonne pénétration de la lumière ;
- Concentration élevée en oxygène dissous ;
- Une faible croissance des algues.

Tandis que l'enrichissement de l'eau en éléments nutritifs ou eutrophisation, notamment par les engrais azotés et phosphorés, conduit à **(Rejsek, 2002 ; Ngo et Régent, 2008)** :

- La prolifération d'algues et de végétaux et à la dégradation des caractéristiques de l'eau (acidité, odeur, gout) ;
- La lumière ne pénètre plus suffisamment ;
- La photosynthèse est réduite et donc aussi la production d'oxygène. Le peu d'oxygène est de surcroît consommé à oxyder l'excès des résidus organiques ;
- Toxicité directe des algues sur la faune aquatique ;
- Modification des conditions physico-chimiques du milieu par accroissement de la photosynthèse diurne et par la décomposition d'une grande quantité de matière végétale morte ;
- Prolifération des macrophytes constituant un obstacle aux usages de l'eau (navigation, pêche, production d'énergie).

La prolifération des plantes aquatiques et des algues va à l'encontre de l'équilibre naturel entre producteurs et consommateurs, et engendre d'autres problèmes comme l'eutrophisation, la putréfaction et une DBO élevée. La DBO est forte quand les algues en trop grand nombre meurent et que leur décomposition par les micro-organismes demande beaucoup d'oxygène **(Raven et al, 2009)**.

L'eutrophisation s'accompagne d'une diminution de la transparence des eaux, et la décomposition de cette abondante matière organique qui consomment beaucoup de dioxygène conduit le plus souvent à des mortalités massives d'espèces animales par asphyxie. L'eutrophisation a également pour conséquence de fortes variations de dioxygène dissous et du pH au cours de la journée. La modification de la production primaire résultant de l'eutrophisation a également des effets sur d'autres niveaux de la pyramide biologique : Par exemple, une modification des peuplements de crustacés planctoniques ou de poissons, dont la survie est parfois compromise **(Lévêque, 1996)**.

L'installation des stations d'épuration est recommandée à travers tout le territoire national, désormais, l'impact des eaux usées infecte davantage les milieux aquatiques.

Le seul moyen d'atténuer la pollution par les eaux usées est d'épurer ces dernières avant de les rejeter dans le milieu. Comme on a déjà montré l'importance de la station de Sidi Ali Lebhar en qualité de dépollution, un problème de contamination est remarqué, suite à

l'absence des installations des STEP sur le littoral algérien comme le cas d'Oran, Mostaganem et d'Annaba, des analyses effectuées par (**Sahnoun et al, 2010**), sur les eaux usées rejetés à Arzew, ont révélé des concentrations élevées en DBO₅ et DCO qui sont respectivement (de 200 à 400 mg/l) et (de 520 à 900 mg/l), et qui dépassent les normes algériennes, tout autant, la région d'Annaba est aussi confrontée à une pollution par des eaux usées non traitées. Des analyses réalisées par (**Ben djerradi et Krika, 2001**), montrent des valeurs non négligeables des indicateurs de pollution au niveau des rejets des eaux usées déversés directement dans le milieu marin et qui varient de (813 mg/l à 4039 mg/l) pour la DCO et (de 330 mg/l à 16138 mg/l) pour la DBO₅. Ces travaux ont confirmé que le littoral oranais, mostaganémois et bonois est pollué par les eaux usées rejetées en milieu marin sans aucun traitement, ce qui influe sur la qualité des eaux de baignade et sur la biodiversité marine et par conséquent, sur la santé humaine.

Des analyses des échantillons d'eau de mer prélevés au niveau du port d'Alger faite par (**Laama, 2009**), ont révélées des valeurs élevées en MES qui varient entre 83 mg/l et 152 mg/l ce qui provoque une réduction de la transparence de l'eau, et une diminution de la pénétration de la lumière dans l'eau, ce qui engendrent une réduction de la capacité photosynthétique des plantes et des algues.

Enfin, la zone côtière de Bejaia souffre aussi d'une pollution marine causée par le rejet des eaux usées brutes, comme le cas de Melbou, Beni Ksila, Boukhlifa et Toudja qui ne disposent pas de station d'épuration. Cependant Aokas, Souk El Ténine, Tichy et Bejaia ville où les eaux usées sont déversées directement dans la mer malgré l'existence de stations d'épurations mais qui ne sont pas fonctionnelles.

Conclusion générale

La pollution par les eaux usées représente un sérieux problème en Algérie. Suite à la déficience des stations d'épuration, les eaux usées dans certaines régions sont rejetées directement dans la mer sans aucun traitement au préalable, ce qui provoque la dégradation de la qualité sanitaire des eaux côtières et la perturbation de l'équilibre des écosystèmes marins.

A l'issue de ce travail on a pu distinguer le rôle primordial de la station d'épuration, c'est dans l'intérêt d'évaluer l'impact de la pollution des eaux usées sur l'écosystème côtier, qu'un suivi annuel des paramètres physico-chimique et des indicateurs de pollution, nous a fourni une image d'une pollution importante en matière organique, à l'entrée de station d'épuration de Sidi Ali Lebhar mais affaiblie à la sortie.

Concernant les variations des paramètres physico-chimiques, on a pu constater que la température reste constante à l'entrée et à la sortie de la station, cette variation est saisonnière, elle ne dépasse pas les normes Algériennes, notamment pour le pH qui est souvent neutre et qui varie entre 7 et 8. Cependant, l'oxygène dissous varie entre 0 et 2 mg/l à l'entrée, par conséquent, à la sortie il varie entre 7,4 mg/l et 9,4 mg/l, cela nous confirme sur la bonne oxydation des matières organiques résultant de développement des microorganismes aérobies. Enfin, la conductivité électrique avec une moyenne de 3218,85 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à l'entrée, et elle diminue pour atteindre une moyenne de 2668,54 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à la sortie, ceci nous prouve une forte minéralisation et salinité.

Tandis que, pour les indicateurs de pollution, les valeurs moyennes de la DCO varient entre 563,19 mg/l à l'entrée et 34,25 mg/l à la sortie, la DBO₅ varie de 291.53 mg/l à l'entrée à 6.92 mg/l à la sortie. Pour les matières en suspension, les valeurs moyennes varient de 316 mg/l à l'entrée à 8.11 mg/l à la sortie. Cependant le phosphore total varie de 24.34 mg/l à l'entrée à 9.95 mg/l à la sortie, par contre en mois de mai, juin, juillet, aout et octobre, les valeurs dépassent la norme à cause de l'importante charge enregistré à l'entrée qui dépasse 15 mg/l. Enfin, le nitrite est souvent conforme à la norme, ses valeurs sont comprises entre 0,5 mg/l à l'entrée et 0.13 mg/l à la sortie, contrairement au nitrate qui est en excès avec une moyenne de 6,17 mg/l à la sortie et qui dépasse la norme de l'OMS suite à l'absence de traitement tertiaire. Les résultats obtenus après traitement ont révélé que la station d'épuration réduit la charge polluante des rejets notamment en ce qui concerne la DCO, DBO₅, MES, Nitrite et un peu moins pour le phosphore total.

Enfin, les paramètres analysés nous attestent sur le bon fonctionnement et l'utilité de la station d'épuration, toutefois son rôle en dépollution des eaux usées, et la préservation du milieu récepteur, donc de la vie aquatique et la santé humaine, ce qui nous indique l'obligation de mettre en disposition, des stations d'épuration sur toute la zone côtière de Bejaia.

A la lumière des résultats, nous avons obtenus certains aspects qui devraient être développés et approfondis :

- L'obligation de traitement des eaux usées au niveau de toutes les villes côtières avant qu'elles soient déversées dans la mer;
- Les eaux usées traitées doivent être déversées à une certaine distance dans la mer pour éviter toute sorte de contamination des eaux de baignade afin de protéger la santé humaine ;
- Compléter des analyses sur les métaux lourds, hydrocarbures ... ;
- Effectuer des études de parasitologie, et des analyses microbiologiques ;
- Encourager la réutilisation de l'eau épurée dans certains secteurs comme l'arrosage des espaces verts dans les établissements publics ou autres ;
- La prise en charge des eaux usées en amont va promouvoir le développement du secteur socioéconomique de la région via le secteur du tourisme.

Liste bibliographique

Liste bibliographique

- **Achiou D. (2017).** Contribution à l'étude de la performance de la station d'épuration des eaux usées Danone Akbou – Algérie. Mémoire de Master des Sciences Naturelles de l'Environnement. Université Abd El Rahman Mira, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Bejaia, 33p.
- **Amavis R, Bourgeois B, Chovin P, Colas R, Crepey J, Denner A, Micheau J, Faugere J-G, Hubert P, Jacquard P, Mattei J, Perrin J-B, Sliosberg A, Ternisien J-A, Yon D. (1982).** Dictionnaire usuel de l'environnement et de l'écologie. Edition : Guy Le Prat. Paris. 158p.
- **Azami Idrissi Y, Alemad A, Aboubaker S, Daifi H, Elkharrim K et Belghyti D. (2015).** Caractérisation physico-chimique des eaux usées de la ville d'Azilal-Maroc. International Journal of Innovation and Applied Studies. **11** Suppl **3** : S556-566.
- **Behra P. (2013).** Chimie et environnement : cours, études de cas et exercice corrigé. Edition : Dunod. Paris. 415p.
- **Benderradji M-H et Krika A. (2001).** Ressources en eau, pollution et sante dans la region d'Annaba-Algerie Orientale. MEDIT. **1**, 56-62.
- **Benelmouaz A. (2015).** Performances épuratoires d'une station d'épuration de Maghnia. Mémoire de Master En Hydraulique. Université Abou Bekr Belkaid, Faculté de Technologie, Tlemcen, 103p.
- **Bengherbia A, Hamaidi F, Zahraoui R, Hamaidi M-S et Megateli S. (2014).** Impact des rejets des eaux usées sur la qualité physico-chimique et bactériologique de l'oued Beni Aza (Blida, Algérie). Lebanese Science Journal. **15** Suppl **2** : S39-51
- **Bliefert C, Perraud R. (2011).** Chimie de l'environnement : Air, eau, sols, déchets. Edition : De Boeck Université. 02. Belgique. 478p.
- **Baumont S, Camard J-P, Lefranc A et Franconie A. (2004).** Réutilisation des eaux usées: risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS. 220p.
- **Bordet J. (2007).** L'eau dans son environnement rural. Edition : Johanet. Paris. 317p.
- **Canler J-P, Perret J-M. (2004).** Etude des pré-traitements compacts basés uniquement sur le tamassage fin : Cas du traitement des eaux résiduaires urbaines ou domestiques. Edition : Cemagref. Paris. 63p.
- **Djeddi H. (2007).** Utilisation des eaux d'une station d'épuration pour l'irrigation des essences forestières urbaines. Thèse de Magister en Ecologie et Environnement. Université Mentouri, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Constantine, 136p.

- **Fathallah Z, Elkharrim K, Fathallah R, Hbaiz E-M, Hamid C, Ayyach A, Elkhadmaoui A et Belghyti D. (2014).** Etude physico-chimique des eaux usées de l'unité industrielle papetière (CDM) à Sidi Yahia El Gharb (Maroc). Larhyss Journal. **20**, 57-69.
- **Gaujous D. (1995).** La pollution des milieux aquatiques : aide-mémoire. Edition : Technique est documentation. Paris. 220p.
- **Idabdellah H, Kahim L. (2013).** L'impact des dysfonctionnements rencontrés au niveau des bassins d'aération de la station d'épuration et de réutilisation des eaux usées de Marrakech sur la qualité des eaux traitées. Mémoire de licence en Science de la terre. Université Cadi Ayyad, Faculté des Sciences et Techniques, Maroc, 101p.
- **JORA. (2006).** Journal Officiel de la République Algérienne. Décret exécutif n 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels. N°26, 5-6p.
- **Laama C. (2009).** Contribution a l'étude des paramètres physico-chimiques et bactériologique des eaux du port d'Alger. Mémoire (D.E.U.A) en Science de la mer. Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral, Alger, 45p.
- **Leroy J-B. (1999).** La pollution des eaux. Edition : Presses Universitaires de France (PUF). 04. Paris. 127p.
- **Lévêque C. (1996).** Ecosystèmes aquatiques. Edition : Hachette. Paris. 159p.
- **Merghem K-A, EL Halouani H, Alnedhary A-A, Dssouli K, Gharibi E, Alansi R-Q et Al-Nahmi F. (2016).** Etude de l'impact des rejets d'eaux usées brutes et épurées sur la qualité de l'Oued Bani Houat (Bassin de Sanaa) : Etude spatio-temporelle (Impact of raw and treated wastewater on quality surface water of Wadi Bani Houat (Sanaa Basin) Study spatial – temporal). J. Mater. Environ. Sci. **7**, 1516-1530.
- **Ngo C, Régent A. (2008).** Déchets, effluents et pollution : impact sur l'environnement et la santé. Edition : Dunod. 02. Paris. 176p.
- **Ouanouki B. (2014).** Gestion de l'environnement : Traitement des eaux usées. Edition : Pages Bleus. Algérie. 225p.
- **Ramade F. (2000).** Dictionnaire encyclopédique des pollutions. Edition : Ediscience International. Paris. 605p.
- **Ramade F. (2002).** Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. Edition : Dunod. 02. Paris. 1075p.

- **Ramade F. (2005).** Élément d'écologie : écologie appliquée. Edition : Dunod. 06. Paris. 864p.
- **Raven P-H, Berg L-R, Hassenzahl D-M. (2009).** Environnement. Edition : De Boeck Université. Belgique. 687p.
- **Rejsek F. (2002).** Analyse des eaux : Aspects réglementaires et techniques. Edition : Centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine. 360p.
- **Sahnoun F, Bendraoua A et Hadjel M. (2010).** Contrôle de la pollution marine du littoral Oranais. Communication Science & technologie, COST. 147-149.
- **STEP. (2013).** Guide pratique : procédure normalise de travail.
- **Taghezout F. (2015).** Impact environnemental des rejets d'eau le long du littoral occidental Algérien. Thèse de Magister des Sciences de l'environnement. Université d'Oran, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Oran, 123p.

Résumé :

L'eau, autrement dit l'or bleu, est un élément primordial pour tous les êtres vivants, son usage est très répandu dans la vie quotidienne, cependant, elle est souvent rejetée sans traitement au préalable, ce qui engendre un impact significatif sur le milieu récepteur. Devant le manque de la prise en charge des eaux usées rejetées vers le littoral, La zone côtière de Bejaia manifeste un manque d'installation des stations d'épurations qui affectent négativement la qualité de l'écosystème côtier sur plusieurs aspects. Notre travail consiste à suivre l'évaluation de l'impact de la pollution des eaux usées sur le milieu côtier, par la comparaison des paramètres physicochimiques et des indicateurs de pollution avant et après épuration.

Les résultats obtenus montrent une bonne épuration des eaux usées, conformément aux normes Algérienne et à celles de l'OMS, notamment en Oxygène dissous, MES, DCO et la DBO₅, qui sont respectivement 8,02 mg/l, 8,11 mg/l, 34,25 mg/l et 6,92 mg/l. Pour un débit journalier qui est de 3000 m³/jour.

La station d'épuration de Sidi Ali Lebhar, nous atteste sur son utilité en dépollution des eaux usées, toute autant sur la préservation de fonctionnement de l'écosystème côtier que sur la préservation de la sante humaine.

Il est donc nécessaire, de mettre en disposition, des stations d'épuration sur toute la zone côtière de Bejaia, sachant que des débits plus au moins similaire sont rejetés directement tout au long de littoral provoquant ainsi :

- Une eutrophisation et mortalité des poissons et des autres organismes aquatiques ;
- Une diminution de la pénétration de la lumière dans l'eau ;
- La prolifération d'algues et de végétaux.

Mots clés : *STEP, eaux usées, paramètres physico-chimique, indicateurs de pollution, zone côtière de Bejaia, eutrophisation.*

Abstract:

Water, in other words blue gold, is a paramount element for all the living beings, its use is very answered in the daily life, however, it is often to reject without first treatment, which generates a significant impact on the receiving medium. In front of the lack of the assumption of responsibility of waste waters rejected to wards the littoral, the coastal area of Bejaia expresses a lack of installation of the stations of purifications which negatively affect the quality of the coastal ecosystem on several aspects. Our work consists in following the evaluation of the impact of the pollution of waste waters on the coastal medium, by the comparison of the physico-chemical parameters and the indicators of pollution before and after purification. The got results show a good purification, they are conform to the standards Algerian and those of WHO, in particular out of dissolved Oxygen, SM, COD and the BOD₅, which are respectively 8.02 mg/l, 8.11 mg/l, 34.25 mg/l and 6.92 mg/l. For a daily output which is of 3000 m³/day.

The sewage treatment plant of Sidi Ali Lebhar, attests us on his utility in depollution of waste waters, as much on the safe guarding of operation of the coastal ecosystem that on the preservation of human health. It is thus necessary, to put of provision, of the sewage treatment plants on all the coastal area of Bejaia, knowing that flowsat least similar are rejected directly into throughout as follows causing littoral:

- An eutrophication and mortality of fishes and other watery organizations;
- A reduction in the penetration of the light in water;
- Proliferation of algae and plants.

Keywords: *STEP, waste waters, physicochemical parameters, indicators of pollution, coastal area of Bejaia, eutrophication.*